

## I-315 - AVALIAÇÃO DA PÊRA ESPINHOSA (*Cactus lefaria*) COMO COAGULANTE E FLOCULANTE NA REMOÇÃO DE COR DE ÁGUA POTÁVEL

**Joaquín Jiménez A<sup>(1)</sup>**

Licenciado em Química de la Universidad de Costa Rica. Mestre em Ciencia e Tecnología Ambiental pelo IHE Institute of Water (Holanda). Instructor- Pesquisador, Escuela de Química, Instituto Tecnológico de Costa Rica (ITCR).

**Maricruz Vargas C**

Licenciada em Química de la Universidad de Costa Rica. Estudante de maestria em Legislación Ambiental da Universidad para La Cooperación para La Paz. Instructora e pesquisadora da Escuela de Química, Instituto Tecnológico de Costa Rica (ITCR).

**Noemi Quirós B**

Bacharel em Química pela Universidad de Costa Rica. Mestre em Liderazgo e Gerencia Ambiental pela Universidad para la Cooperación Internacional. Doutoranda en “Ciencias Naturales para el Desarrollo” (ITCR). Instructora-Investigadora, Escuela de Química (ITCR).

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Instituto Tecnológico de Costa Rica, 1 km al sur de la Basílica de los Ángeles – Cartago -Costa Rica - Tel: (506)-2550-2229 - Fax: 506-2550-2364 - e-mail: [joajimenez@itcr.ac.cr](mailto:joajimenez@itcr.ac.cr)

### RESUMO

Avaliamos a eficácia da pêra espinhosa (*Cactus lefaria*) para remover a cor da água do rio e de água sintética para consumo humano. A água superficial de origem natural utilizada foi do Rio Humo, normalmente tratada por coagulação floculação. A água artificial foi água da torneira com ácidos húmicos e caulim e em alguns casos foram acrescentados CaO como alcalinizante. A pêra espinhosa foi avaliada como um coagulante único e como floculante usando sulfato de alumínio como coagulante. A água do rio é caracterizada por possuir alta cor, baixa turbidez, baixa alcalinidade e dureza e alta supersaturação de oxigênio dissolvido. Em amostras de água do rio, o pêra espinhosa sendo avaliado como um coagulante único não mostrou atividade. Já utilizada em água artificial como único tratamento (dose 45 mg/L) mostrou uma eficiência de remoção de cor de 94% levemente acima do tratamento convencional (20 mg/L  $Al_2(SO_4)_3$  e 2 mg/L floculante comercial) com remoção de 89%. No entanto, a água tratada com o produto natural teve um valor de demanda química de oxigênio (DQO) de 21 mg/L, comparado com a DQO final de 10,3 mg/L no caso da água tratada convencionalmente. Em quanto ao tratamento como floculante (7 mg/L  $Al_2(SO_4)_3$  e 22,5 mg/L de pêra espinhosa) em água artificial apresentou uma remoção da cor de 92% e uma DQO de água tratada de 31,5 mg/L. Concluimos que a pêra espinhosa é pouca efetiva na remoção da cor gerado pelas substâncias húmicas em águas com baixa turbidez e alcalinidade. Porém, sua aplicabilidade como coagulante/floculante para a remoção de cor em água com alta turbidez e alcalinidade é promissor. Recomenda-se estudar a possibilidade da formação de subprodutos da desinfecção na água já tratada. Além disso é importante extrair os princípios ativos de produtos naturais para reduzir a carga orgânica na água tratada.

**PALAVRAS-CHAVE:** Tratamento de água, coagulante/floculante natural, remoção da cor, substâncias húmicas.

### INTRODUÇÃO

A demanda por água potável para a população da área metropolitana localizada no Vale Central da Costa Rica, tem aumentado dramaticamente nas últimas décadas. Para lidar com esta situação, o Instituto Costarricense de Acuedutos e Esgotos (ICAA) tem buscado novas fontes de abastecimento de água, tais como a captação de 1,8 m<sup>3</sup>/s de água do reservatório Llano del Rio Macho projeto hidrelétrico administrado pelo Instituto Costarricense de Electricidad (ICE). A água desse manancial vem de uma área coberta em grande parte por floresta primária e recebe tratamento convencional antes de ser enviado para o sistema de distribuição para o consumo. A população atendida por esta fonte está perto de 600 mil habitantes. Esta fonte de água tem muito boa qualidade física e química, com exceção da cor. O Rio Humo é o principal afluente do reservatório que fornece uma média de 0,7 m<sup>3</sup>/s, que é quase 50 por cento do total da vazão, no entanto, este rio tem um alto teor de cor ao longo do ano devido à presença de substâncias húmicas. O principal problema com a água do rio Humo é a sua baixa turbidez e baixa alcalinidade adicionada à saturação de oxigênio dissolvido, que faz

com que um corpo de água libere o gás com o aumento da temperatura. O anterior tende a dificultar a precipitação de flocos formados no tratamento. Além disso, a baixa alcalinidade não dá oportunidade para formar hidróxido de alumínio, enquanto a turbidez baixa desestimula a adsorção de moléculas de cor (Arboleda, 2000). A situação acima requer, portanto, doses mais elevadas de coagulantes e floculantes, neste caso sulfato de alumínio e um polímero sintético catiônico. Ambos os produtos são importados e constituem uma elevada percentagem do custo total de água potável.

Diante disso, o uso de coagulantes e floculantes de origem local é de grande interesse. Um desses produtos é a pêra espinhosa *Cactus lefaria*. Martínez et al. (2003) reportaram reduções de turbidez da ordem de 80 e 90% em água bruta com 20 e 30 UNT utilizando extratos em metanol e acetato de etilo de pêra espinhosa. Assim, este trabalho resume alguns resultados de estudos sobre a remoção de cor em água com alta cor e baixa turbidez e alcalinidade como no caso do Rio Humo na Costa Rica.

## OBJETIVOS

Identificar, caracterizar e avaliar a viabilidade técnica do uso de pêra espinhosa (*Cactus lefaria*) como coagulante ou floculante na remoção de cor em água potável.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Para a avaliação do potencial da pêra espinhosa como coagulante e floculante foram realizados teste de jarros utilizando água artificial e amostras de água do rio Humo. A água artificial foi preparada pela adição de água da torneira caulim como fonte de turbidez e cor artificial utilizando sais de sódio de ácidos húmicos de cor e CaO 0,3% como alcalinizante. Amostras de água foram coletadas do rio Humo. A água do rio Humo apresenta altos valores de cor devido a influencia da extensa floresta presente ao redor do rio.

Para estabelecer os parâmetros ótimos para a remoção de cor, tanto em água de rio e na água artificial, foi utilizado o procedimento de teste de jarros recomendado pelo Instituto de Saúde Coletiva da cidade de Sapporo, no Japão (Sapporo City Institute of Public da Saúde, 2003). Os parâmetros do processo de coagulação foram: pH de coagulação, dosagem de coagulante e/ou floculantes, velocidade de agitação e tempo lento. Após o tratamento foi determinada cor residual e turbidez. Para os melhores tratamentos foi determinada demanda química de oxigênio da água filtrada (COD). Em ambas os tipos de água foi comparada a eficiência da pêra espinhosa como único coagulante versus o  $Al_2(SO_4)_3$  1% em conjunto com o polímero catiônico FK-930 S (polímero de cloreto de dialildimetilamônio) para 0,1% como floculante. Comparamos também a eficiência da pêra espinhosa como assistente de coagulação (floculação) de sulfato de alumínio, com tratamento convencional em amostras de água artificial somente.

Em todos os ensaios foram utilizadas as folhas descascadas da pêra espinhosa. A concentração da solução de trabalho da pêra foi de 2,25% ou 22,5 mg/ml em água destilada. A caracterização das águas foi realizada utilizando métodos padrão (APHA, AWWA, WEP 2005).

## RESULTADOS

### Uso da pêra espinhosa como coagulante

#### Água do rio Humo

A água do Rio Humo apresenta baixa alcalinidade e dureza (4-21 mg/L e 9-14 mg/L respectivamente). Além disso uma baixa turbidez e alto cor aparente (11-25 FTU e 142 -195 UC). Devido a essas características da água bruta, como observado na Tabela 1, o estrato de pêra espinhosa não foi efetivo na redução desses parâmetros, contrario ao sulfato de alumínio e o floculante comercial. Dessa forma foi necessário avaliar a efetividade da pêra espinhosa utilizando água sintética.

**Tabela 1: Qualidade da água do Rio Humo após dos tratamentos.**

PARÂMETRO	COAGULANTE	
	$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ + floculante KF-930-S	Pêra espinhosa
Doses coagulante (mg/l)	30	45-180
Doses floculante (mg/l)	1,0	0
Turbidez residual (FTU)	1	21
Cor residual (UC)	12	125
Remoção de turbidez (%)	93	0
Remoção de cor (%)	89	0
DQO solúvel residual (mg/l)	61	NC

NC = não quantificado

**Água artificial**

Se utilizou água modelo com os seguintes parâmetros de qualidade iniciais: turbidez = 18-22 FTU; cor = 150-165 UC; pH = 7,06-7,56; doses adicional de CaO = 1,5 mg/l. Neste caso o desempenho da pêra espinhosa foi melhor do que o tratamento convencional (Tabela 2) resultando uma água tratada com turbidez e cor abaixo dos limites da legislação local de 1-5 NTU e 5-15 UC respectivamente (MINSa 2005).

**Tabela 2: Qualidade da água artificial tratada com tratamento convencional e pêra espinhosa como único tratamento.**

PARÂMETRO	COAGULANTE	
	$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ + floculante KF-930-S	Pêra espinhosa
Doses coagulante (mg/l)	20	45
Doses floculante (mg/l)	2,0	0
Turbidez residual (FTU)	2	0
Cor residual (UC)	16	9
Remoção de turbidez (%)	90	100
Remoção de cor (%)	89	94
DQO solúvel residual (mg/l)	10,3	21

**Uso da pêra espinhosa como floculante**

Neste caso foi utilizada água artificial com as seguintes características: turbidez = 21 FTU, cor = 136 UC; pH = 7,58 e dose de Cão = 1,5 mg/L. A tabela 3 mostra um desempenho levemente melhor do floculante natural em comparação com o floculante catiônico comercial. Novamente os resultados estão abaixo da norma (MINSa 2005). Porém, a demanda química de oxigênio (DQO) foi 3 vezes maior.

**Tabela 3: Comparação da qualidade da água artificial tratada com floculante sintético e a pêra espinhosa.**

PARÂMETRO	ÁGUA TRATADA COM $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$		
	Sem floculante	Com floculante	
		Catiônico KF-930-S	Pêra espinhosa
Doses coagulante (mg/l)	7,0	20	7,0
Doses floculante (mg/l)	0	2,0	22,5
Turbidez residual (FTU)	8	2	1
Cor residual (UC)	23	16	13
Remoção de turbidez (%)	60	90	95
Remoção de cor (%)	86	89	92
DQO solúvel residual (mg/l)	52	10,3	31,5

Os flocos de cor são muito leves e fracos e à presença de turbidez pode dar mais peso e força, e melhora o processo de sedimentação (Arboleda, 2000). Diante disso, e considerando os resultados na água sintética foi avaliada a pêra espinhosa como floculante numa amostra do Rio Humo adicionando CaO em 1,5 mg/L. Os parâmetros de qualidade da água bruta foram: turbidez = 17 FTU, cor = 138 UC, pH = 7,02. Os resultados mostraram um melhor desempenho na remoção de cor, comparável ao de produtos comerciais aplicados em amostras de água artificial (Tabela 3 e 4). No entanto, a contribuição de matéria orgânica na água filtrada (representada por demanda química de oxigênio, DQO) foi de 4 vezes superior ao tratamento com produtos comerciais.

**Tabela 4 Qualidade da água do Rio Humo com adição de CaO, tratada com pêra espinhosa como floculante e sulfato de alumínio como coagulante.**

PARÂMETRO	RESULTADO
Doses coagulante (mg/l)	12
Doses floculante (mg/l)	11
Turbidez residual (FTU)	3
Cor residual (UC)	20
Remoção de turbidez (%)	82
Remoção de cor (%)	86
DQO solúvel residual (mg/l)	42

## CONCLUSÕES

O uso de pêra espinhosa como coagulante e/ou floculante para remover altos valores de cor em águas com baixa turbidez, alcalinidade e dureza foi pouco efetivo. Porém, no caso de águas com maior turbidez e alcalinidade melhorou sua efetividade, inclusive diante de produtos comerciais. No entanto, o uso desse tipo substâncias naturais deve-se considerar o aumento da demanda de cloro, precursores de subprodutos da desinfecção e carbono orgânico biodegradável. É recomendável a extração dos ingredientes ativos da pêra espinhosa e avaliar sua capacidade evitando assim a carga de matéria orgânica sem propriedades coagulantes.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. APHA, AWWA, WEP Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 21 ed. USA: APHA, AWWA WEP, American Public Health Association 5-64 hasta 5-68. 2005.
2. ARBOLEDA, J. Teoría y práctica de la purificación del agua. Tomo 1, McGraw Hill, Bogotá, 2000.
3. MARTÍNEZ, D, CHÁVEZ, M, DÍAZ, A, CHACÍN, E. FERNÁNDEZ, N. Eficiencia del *Cactus lefaria* para su uso como coagulante en la clarificación de aguas, Revista Técnica de la Facultad de Ingeniería, Universidad del Zulia, v.26, n.1, Abr. 2003.
4. MINSA. Compendio de Reglamentos para la calidad del Agua Potable, Ministerio de Salud, v. II, p.1-11. 2005.
5. SAPPORO INSTITUTE OF PUBLIC HEALTH. Jar Test Procedure. 2003.